

H.264 リアルタイム TS デコーダの概要

Outline of H.264 real-time TS decoder

鈴木 禎司

Tadashi Suzuki

要 旨 新しい映像符号化方式である H.264 は、その圧縮効率の高さから注目されている。今回、この H.264 の SD フルレゾリューション、30fps のリアルタイム TS デコーダを開発し、動作システムを構築した。本稿では 2004 International CES (Consumer Electronics Show) に出展した動作システムを中心に、その技術要素を含め紹介する。

Summary We developed a H.264 real-time TS decoding system, with real-time TS decoding of H.264 that is capable of SD full resolution at 30FPS, and an H.264 TS multiplex tool to create TS streams. The document describes the outline of the system with a technical description.

キーワード : H.264 , ISO/IEC 14496-10 , デコーダ , 多重化

1. まえがき

現在、映像符号化方式としては MPEG-2 part 2 が主流となっているが、さらに圧縮効率の良い映像符号化方式として H.264 (MPEG-4 Part 10) が標準化提案されている。

この H.264 (MPEG-4 Part 10) は、まもなく ITU-T Rec. H.264 として規格化されると共に、ISO/IEC 14496-10 として国際標準化される見込みである。

本方式は、従来の方式に比べ高い圧縮率が可能なことから、現在、最も注目されている新映像符号化方式である。ARIB においては地上デジタル放送の簡易動画方式として採用され標準化された他、高精細 DVD の新方式の候補ともなっている。

本稿では、2004 年 1 月に米国ラスベガスで開

催された 2004 International CES へ出展した H.264 リアルタイム TS デコーダおよびその動作システムを中心に、その概要と技術要素を紹介する。

2. H.264 の概要

H.264 は ITU-T の VCEG (Video Coding Experts Group) と ISO/IEC の MPEG (Moving Picture Experts Group) の 2 つの団体が JVT (Joint Video Team) において共同標準化作業を進めたものである。MPEG-4 AVC (Advanced video coding) とも呼称される。

本映像符号化方式は低ビットレートのテレビ会議から HDTV (High Definition Television) 以上までの幅広い用途を想定し、同程度の画質で従来方式に比べ 2 倍以上の高圧縮を実現可能

としている。

次節より，ITU-T Rec.H.264|ISO/IEC 14496-10:2003 を基にしてH.264 の特徴について簡単に述べる。

2.1 プロファイルとレベル

H.264 ではBaseline profile, Main profile, Extended profile の3種類のプロファイル, Level 1 から Level 5.1 まで15種類のレベルが規定されている。プロファイルはデコーダが実装すべきツールについて規定したものであり, レベルは最大マクロブロック処理レート, 最大ビデオビットレートなどにより規定されている。

なお, 現在Fidelity Range Extensions の追加が検討されている。このFidelity Range Extensions は, 主に階調の拡張および色解像度の拡張を行うもので, これによりプロファイルなどについても追加される予定である。

2.2 VCL とNAL

H.264 は, さまざまなネットワークでの使用(RTP/IP やMPEG-2 TS による伝送)を考慮し, VCL(Video Coding Layer)とNAL(Network Abstraction Layer)の2つの層に分けられている。

NAL を構成するNAL ユニットにはVCL NAL ユニットとnon-VCL NAL ユニットがあり, non-VCL NAL ユニットではデコードに必要なパラメータや伝送するネットワークに応じたパラ

メータ, 区切り情報などが送られる。

2.3 符号化手法

H.264 では新たにいくつかの符号化手法を取り入れており, その特徴的な部分について, MPEG-2 Part2 Main profile, MPEG-4 Part 2 ASP, H.264 の符号化方式の比較を表1に示す。

2.4 ISO/IEC 13818-1:2000/Amd.3(2003)

ISO/IEC13818-1:2000/Amd.3(2003)はMPEG-2 Systems 上における, H.264 の伝送について規定したものである。

主には規格本文の第2章14節に"Carriage of ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10 Video"を追加しており, その他にstream_id 値, stream_type 値をH.264 に割当て, H.264 用記述子の追加などの修正を行っている。

H.264 のストリームは, Transport Stream ではPMT, Program StreamではPSMにより, ISO/IEC 13818-1におけるprogram中の1つの要素として定義され, 伝送およびバッファマネジメントにおいてはPTS やDTS のようなISO/IEC 13818-1の既存のパラメータを用いて定義される。

また, H.264 ストリームについてはAVC access unitにおけるNAL Unitの配置や, SPS(Sequence Parameter Set), PPS(Picture Parameter Set)などの挿入について規定している。

表1 符号化方式比較

	MPEG-2 Part 2 Main Profile	MPEG-4 Part 2 ASP	H.264 (MPEG-4 Part 10)
Intra Prediction	なし	なし	4x4で9種類, 16x16で4種類の予測モード 差分値をITへ
Inter Prediction	16x16 直前ピクチャより予測 1/2 pel	16x16または8x8 直前ピクチャより予測 1/4 pel	16x16を7種類のモードで分割 最大5フレームのピクチャより予測 1/4 pel
Transform	8x8 DCT	8x8 DCT	4x4 Integer Transform
Entropy Coding	ハフマン符号	ハフマン符号	CAVLC CABAC (Main Profile)
Loop Filter	なし	なし	あり

3.H.264 デコーダボード

H.264 は従来方式に比べ、そのエンコード、デコードに際する演算量が増大しており、既存デバイスでのリアルタイム動作を難しくしている。

今回、開発・試作したH.264 リアルタイムTSデコーダボードのブロック構成を図1に示す。

3.1 H.264 デコーダ部

デコーダ部は、ほぼH.264 FDIS(Final Draft International Standard)に準拠し、SDフルレゾリューション 720x480 30fpsまでリアルタイムデコードを可能としたものである。

また、ISO/IEC 13818-1:2000/Amd.3(2003)に準拠のH.264 over MPEG-2 TS入力に対応した。

入力されたTS内から任意のH.264 ESのPIDおよびそのPCR PIDを外部からの制御によって選択可能であり、デコーダは選択したPCRに同期して動作し、デコード動作はPTS(DTS)により制御される。

3.2 ボードI/Fおよびボード制御部

ボードのI/Fとしては、入力はMPEG-2 TSパラレル、シリアルなど、場合に応じてFPGAをプログラムし直すことにより対応している。出力はNTSC コンポジットおよびS端子出力を備

える。

また、外部からの制御ポートを持ち、ボード上に搭載したボードコントロール用のCPUを通して、ボードに入力したTS中の任意のH.264 ESを選択できるようにしている。

4. H.264 デコーダ動作システム

CES 2004に出展したH.264 デコーダの動作システムを図2に示す。

本動作システムは図のようにMPEG-2の映像とH.264の映像を容易に比較できるように構成した。

本動作システムで使用したH.264のESを含むTSは、あらかじめソフトウェアにより非リアルタイムで作成されたものであり、MPEG-2 TS再生機から出力される。

TSはMPEG-2 TS再生機から38.8107Mbpsで出力され、QAM変調器で変調し、RF出力される。このQAM変調器はITU-T J.83 Annex B準拠のもので、256QAMでの変調が可能なものである。

QAM変調器から出力されたRF信号は分配器を通し、MPEG-2 Videoデコード用のSTBとH.264デコード用のSTBへ入力される。

それぞれのSTBへ入力されたRF信号はSTB内部で復調され、TSとなる。それぞれのSTBにお

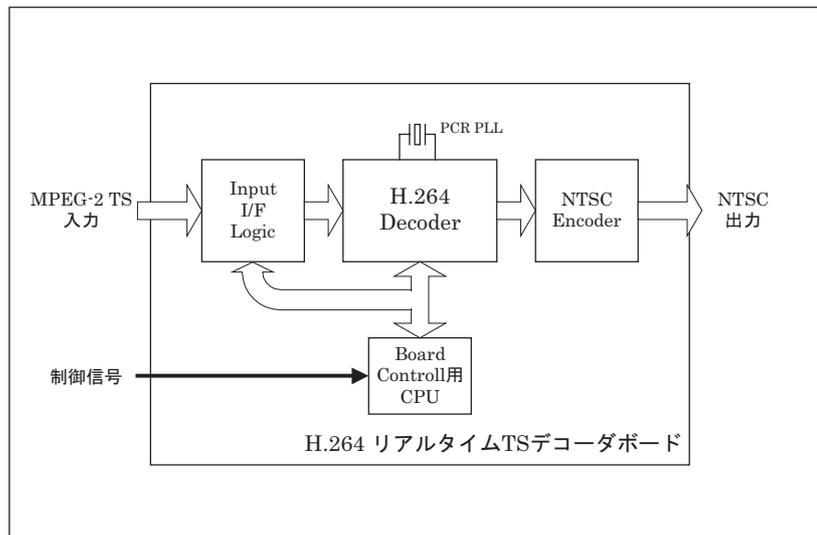


図1 H.264 リアルタイムTSデコーダブロック

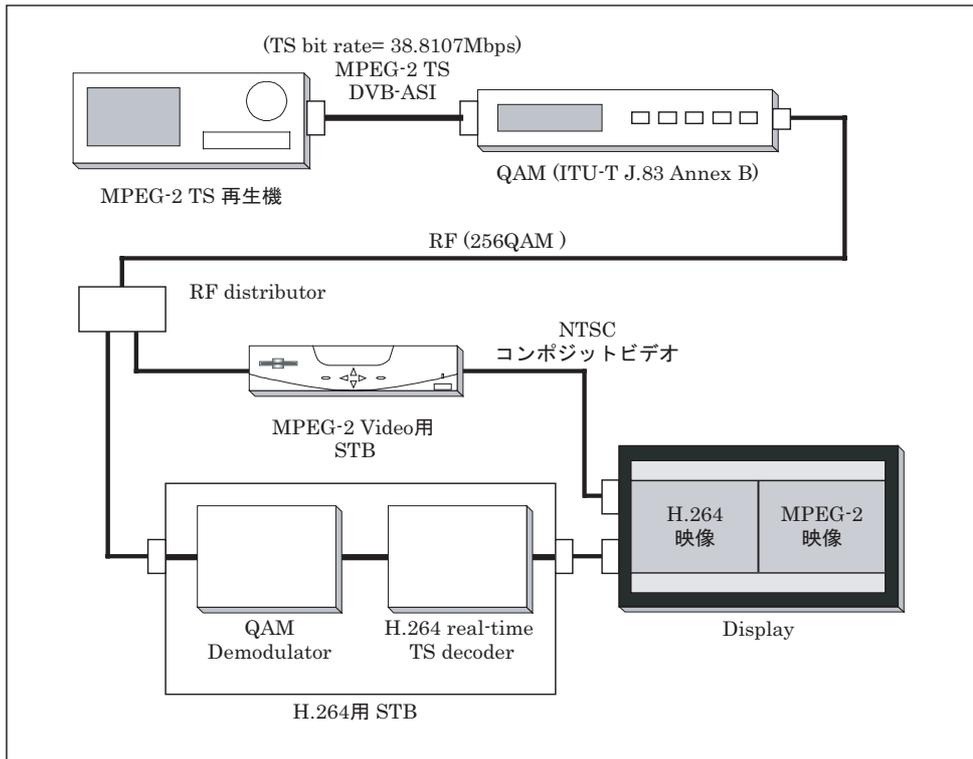


図 2 H.264 デコーダ動作構成

いてTS内の選択されたストリームをデコードしNTSC信号として出力される。

H.264のデコード用のSTBは図2のように、今回開発したH.264リアルタイムTSデコーダボードを内蔵し、QAM復調したTS内の任意のH.264ストリームを選択し、デコード可能なものである。

H.264ストリームをデコードしたNTSC信号と、MPEG-2 VideoストリームをデコードしたNTSC信号のディスプレイへの表示は、同時に2つのソースを表示可能なディスプレイを使用し、並べて表示させた。

実際のCES 2004におけるデモ展示の様子を図3に示す。写真のように2つの映像を同時に並べて表示可能なディスプレイを用い、H.264の映像とMPEG-2の映像を並べて表示している。これによって、H.264とMPEG-2 Videoの画質の差異が容易にできるようにした。

デモ展示においては、後述するTSを用い、MPEG-2 VideoとH.264の画質比較の他、1つ

のTSにH.264のストリームを20ストリーム多重可能であることを示した。



図 3 CESにおける実際のデモ展示の様子

4.1 H.264 エンコーダ

本動作システムにおいて、H.264ストリームの作成に使用したエンコーダは、ソフトウェアによるもので、基本的にJVTによるJM6.1のリファレンスコードを使用し、これにNALを付加したものである。

エンコードに際し、レートコントロールは新

たに開発したものを使用している。このレートコントロールはCBR (Constant Bit Rate)となるよう映像内容によるピクチャー単位での適応制御を行っている。

今回はLevel 3であるSDフルレゾリューション720x480 29.97fpsの映像ソースを1.5Mbpsと比較的低いレートでエンコードを行っており、デコーダバッファに十分な余裕があることから、かなり幅広い制御が可能となっている。本適応制御を行ったCPB遷移例を図4に示す。

4.2 TS多重化

H.264 ESをMPEG-2 TS化するに当たっては新たに作成したソフトウェアツールを使用した。本ツールはH.264 over MPEG-2 TSを規定したISO/IEC 13818-1:2000/Amd.3(2003)に準拠したツールである。また、MPEG-2 Videoとの多重も可能とした。

CES 2004時に使用したTSの仕様は表2の通りである。この実際のTSのPIDパケット数比を円グラフ化したものを図5に示す。図5のPID 0x200と0x202がMPEG-2 Videoストリームを多重したTS Packetであり、PID 0x0810から0x0823までがH.264ストリームを多重したTS Packetである。

このMPEG-2 Videoの2ESとH.264の20ES中の1ESは同じ原画像を使用しており、多重位置を調整することにより、同じタイミングでデコード画像が出力されるようにしている。これにより、それぞれの映像が容易に比較できる。

表2 TS仕様

TS bit rate(188byte/packet)	38.8107Mbps
MPEG-2 Video CBR 4.5Mbps	1ES
MPEG-2 Video CBR 1.5Mbps	1ES
H.264 CBR 1.5Mbps	20ES

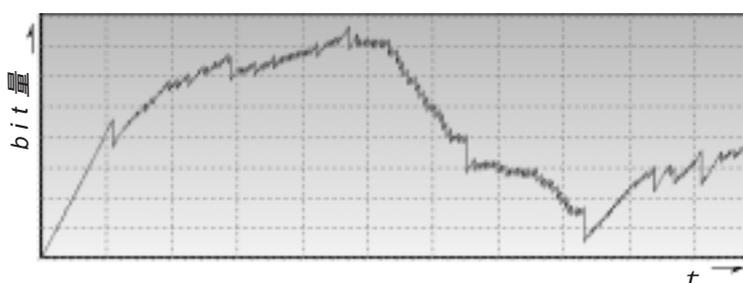


図4 デコーダバッファビット量遷移例

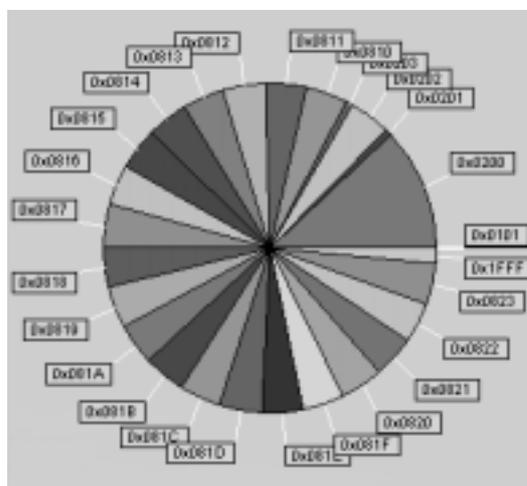


図5 TS PIDパケット数比

5. まとめ

MPEG-2 TS 入力対応のSD フルレゾリューション(720x480) 30fps リアルタイムデコード可能なH.264 デコーダ開発, およびH.264 ES のTS 多重化を行い, その動作システムを実現した。

今後, H.264 の高い圧縮効率を生かし, デジタル放送分野への応用, さらにはVOD システム, 蓄積メディアなどへの展開が期待される。

6. 謝辞

CES 出展に際して, 協力頂きました, C&S 部, PUSA, PRA の関係各位に感謝します。

参考文献

- (1) 恒川賢二: "H.264 の概要", PIONEER R&D, 特集: 情報通信, 2003 Vol.13 No.1
- (2) "Text of ISO/IEC FDIS 14496-10: Information Technology Coding of audio-visual objects Part 10: Advanced Video Coding", ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 N5555, 31 March 2003
- (3) "Text of ISO/IEC 13818-1/2000/FDAM-3", ISO /IEC JTC1/SC29/WG11 N5771, July 2003

筆者

鈴木 禎司 (すずき ただし)

所属: 研究開発本部 情報通信開発センター
通信システム開発部

入社年月: 1987 年 4 月

主な経歴: プロジェクターTV 開発・設計, MVP 開発, LCLV - PJ 開発, デジタルCATV ヘッドエンド開発